

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-228249

(43)Date of publication of application : 25.08.1998

**(51)Int.Cl.**

G09F 9/33  
H01L 33/00  
// H01L 21/52

**(21)Application number : 09-343481**

(71)Applicant : NICHIA CHEM IND LTD

(22)Date of filing : 12.12.1997

(72)Inventor : SAKANO AKIMASA

(30)Priority

Priority number : 08332553      Priority date : 12.12.1996      Priority country : JP

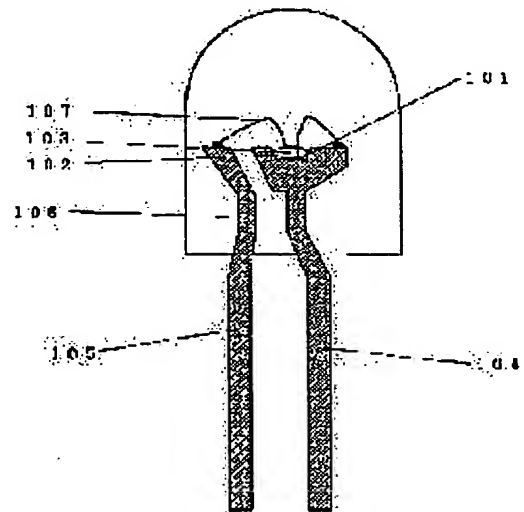
**(54) LIGHT EMITTING DIODE (LED) AND LED DISPLAY DEVICE USING THE DIODE**

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain the light emitting diode(LED), in which the luminance is high and the reduction in the light emitting efficiency is low even though the diode is used over a long period by using a nitrided compound semiconductor for the light emitting layer of the (LED) and also using inorganic member contained resin for a mounting member.

**SOLUTION:** On a substrate 104, an LED chip 103 is fixed by a mounting member 101 and a color converting member 102 is provided. The member 102 includes the fluorescent material that absorbs a portion of the emitted light beams from the chip 103, converts the wavelength and emits light beams. In the LED, the light emitting layer of the chip 103 is made of a nitrided compound semiconductor and inorganic member contained resin is used for the member 101. The inorganic member is selected from silver, gold and aluminum, for example. Moreover, the resin is selected from epoxy resin, silicone resin and polyimide resin.

Thus, the degradation of the member 101 in the vicinity of the chip 103 is prevented.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 12.09.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision 2002-18546  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's 25.09.2002  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-228249

(43)公開日 平成10年(1998)8月25日

(51)Int.Cl.<sup>9</sup> 識別記号

G 0 9 F 9/33

H 0 1 L 33/00

// H 0 1 L 21/52

F I

G 0 9 F 9/33

H 0 1 L 33/00

21/52

M

N

C

B

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平9-343481

(22)出願日 平成9年(1997)12月12日

(31)優先権主張番号 特願平8-332553

(32)優先日 平8(1996)12月12日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72)発明者 阪野 顕正

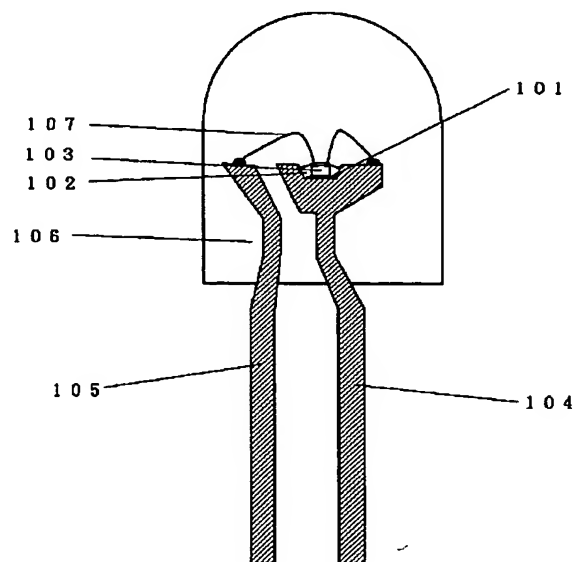
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(54)【発明の名称】 発光ダイオード及びそれを用いたLED表示装置

(57)【要約】

【課題】長期間且つ高輝度に発光可能な発光ダイオード及びそれを用いた表示装置を提供する。

【解決手段】本願発明は、基板上にダイボンド部材によって固定されたLEDチップと、LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光する蛍光物質を含む色変換部材とを有する発光ダイオードであって、LEDチップの発光層が窒化物系化合物半導体であると共にダイボンド部材が無機部材含有の樹脂である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】基板(104)上にマウント部材(101)によって固定されたLEDチップ(103)と、該LEDチップ(103)からの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光する蛍光物質を含む色変換部材(102)とを有する発光ダイオードであって、

前記LEDチップ(103)の発光層が窒化物系化合物半導体であると共に前記マウント部材が無機部材含有の樹脂であることを特徴とする発光ダイオード。

【請求項2】前記無機部材(312)が銀、金、アルミニウム、銅、アルミナ、シリカ、酸化チタン、窒化硼素、酸化錫、酸化亜鉛、ITOから選択される少なくとも1種である請求項1記載の発光ダイオード。

【請求項3】前記樹脂(311)がエポキシ樹脂、シリコン樹脂、ポリイミド樹脂から選択される少なくとも1種である請求項1記載の発光ダイオード。

【請求項4】前記色変換部材(102)は基材(321)中に蛍光物質が含有されている請求項1記載の発光ダイオード。

【請求項5】前記基材(321)がエラストマー或いはゲル状シリコン樹脂、アモルファスフッ素樹脂、ポリイミド樹脂から選択される少なくとも1種である請求項3記載の発光ダイオード。

【請求項6】請求項1記載の発光ダイオードをマトリックス状に配置したLED表示器と、該LED表示器と電気的に接続させた駆動回路とを有するLED表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本願発明は、ディスプレイのバックライト、照光式操作スイッチ、LED表示器等に使用される発光ダイオードに係り、特に蛍光物質を利用し長時間かつ高輝度に発光可能な発光ダイオードに関する。

## 【0002】

【従来の技術】発光素子（以下、LEDチップともいう。）は、小型で効率よく鮮やかな色の発光をする。また、半導体素子であるため球切れがない。駆動特性が優れ、振動やON/OFF点灯の繰り返しに強いという特徴を有する。そのため、各種インジケータや種々の光源として利用されている。しかしながら、LEDチップは単色性の発光ピークを有するが故に白色系などの発光のみを得る場合においても、2種類以上の発光素子を利用せざるを得なかった。

【0003】そこで、本出願人は、単色性の発光ピークを有するLEDチップと蛍光物質を利用して白色系などの種々の発光色を発光させる発光ダイオードとして特開平5-152609号公報、特開平7-99345号公報などに記載した発光ダイオードを開発した。

【0004】これらの発光ダイオードは、発光層のエネルギーバンドギャップが比較的大きいLEDチップをリードフレームの先端に設けられたカップ上などにマウン

ト部材などによって配置する。LEDチップは、LEDチップが設けられたメタルステムやメタルポストとそれぞれ電気的に接続させる。そして、LEDチップを被覆する樹脂モールド中などにLEDチップからの光を吸収し、波長変換する蛍光体を含有させ色変換部材として形成させてある。

【0005】これによって、LEDチップからの発光を蛍光体によって波長変換した光を放出可能な発光ダイオードとすることができる。例えば、青色系のLEDチップからの光と、その光を吸収し補色関係にある黄色系を発光する蛍光体からの光との混色により白色系が発光可能な発光ダイオードとすることができる。これらの発光ダイオードは、白色系を発光する発光ダイオードとして利用した場合においても十分な輝度を発光する発光ダイオードとすることができる。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、発光ダイオードの利用分野の広がりと共に、より信頼性が高く長期間かつ、高輝度に発光可能な発光ダイオードが求められている。特に、蛍光物質を利用した発光ダイオードは、蛍光物質にもよるが発光層からの発光波長が短いものほど効率よく発光する傾向にある。一方、発光ダイオードに利用するモールド部材、色変換部材やマウント部材などには、扱い易さなどから種々の樹脂が利用されている。これらの樹脂は、一般にLEDチップから放出される発光波長が短くなると劣化し着色する傾向にある。特に、マウント部材は、接着性をも考慮しなければならず現在のところ耐侯性と密着性等を共に十分満足するものがない。したがって、蛍光物質を利用した発光ダイオードの発光強度を更に向上させ長時間使用すると、発光ダイオードの発光輝度が低下する場合があるという問題を有する。本願発明は上記課題を解決し、より高輝度かつ、長時間の使用環境下においても発光光率の低下が極めて少ない発光ダイオードを提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本願発明は、基板上にマウント部材によって固定されたLEDチップと、LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光する蛍光物質を含む色変換部材とを有する発光ダイオードである。特に、LEDチップの発光層が窒化物系化合物半導体であると共にマウント部材が無機部材含有の樹脂とすることによって上記問題点を解決することができる。

【0008】本願発明の請求項2に記載の発光ダイオードは無機部材が銀、金、アルミニウム、銅、アルミナ、シリカ、酸化チタン、窒化硼素、酸化錫、酸化亜鉛、ITOから選択される少なくとも1種である。

【0009】本願発明の請求項3に記載の発光ダイオードは、樹脂がエポキシ樹脂、シリコン樹脂、ポリイミド樹脂から選択される少なくとも1種である。

【0010】さらに、本願発明の請求項4に記載の発光ダイオードは、色変換部材が基材中含有された蛍光物質を有しており、基材がエラストマー或いはゲル状シリコーン樹脂、アモルファスフッ素樹脂、ポリイミド樹脂から選択される少なくとも1種である。

【0011】また、本願発明のLED表示装置は請求項1に記載した発光ダイオードをマトリックス状に配置したLED表示器と、LED表示器と電気的に接続させた駆動回路とを有する。

【0012】

【発明の実施の形態】本願発明者は種々の実験の結果、高輝度かつ長時間の使用環境下における発光ダイオードの出力低下が、LEDチップのごく近傍に配置された色変換部材などの劣化にあることを見出し本願発明を成すに至った。

【0013】蛍光物質を利用した発光ダイオードにおいては、蛍光物質を利用しない通常の発光ダイオードと光の密度が極端に異なる。即ち、図3の如く蛍光物質322を利用した発光ダイオードにおいては、LEDチップ303から放出される光がそのまま全て合成樹脂などにより形成された色変換部材などを透過しない。LEDチップ303からの光は、LEDチップ303近傍などに設けられた蛍光物質322によって反射される。或いは、蛍光物質322によって励起された光として等方的に放出される。さらに、発光ダイオードの光特性向上のために高反射率の材料が用いられた基板などによって反射される。また、構成する部材の屈折率の差によっても反射される。

【0014】そのため、LEDチップ303近傍に光が部分的に密に閉じこめられ、LEDチップ近傍の光密度が極めて高くなる。LEDチップ303極近傍の色変換部材やマウント部材が、劣化され着色330などし発光率が低下すると考えられる。特に、LEDチップ近傍のマウント部材の着色により発光効率が大きく低下する傾向にある。

【0015】本願発明は、LEDチップ303極近傍のマウント部材などの劣化を抑制することにより、高輝度かつ長時間の使用環境下においても出力低下が極めて少ない発光ダイオードとすることができるのである。

【0016】具体的な発光ダイオードの一例を示す。図2は本願発明の発光ダイオードであるチップタイプLEDの模式的断面図である。セラミックのパッケージ204を利用した基板上にマウント部材201を用いてマウントさせた。マウント部材201の有機樹脂にはシリコーン樹脂を用いた。一方、マウント部材201の樹脂中に含有させる無機部材には酸化チタンを用いた。LEDチップ203の各電極とパッケージ204に設けられた外部電極209とを金線207によってワイヤーボンディングさせてある。LEDチップ203には青色系が発光可能な窒化物系化合物半導体を用いた。

【0017】パッケージ204には、内部に一段下がったキャビティを設けてある。キャビティ内には、蛍光物質を含有させた透光性ポリイミド樹脂を色変換部材202として注入し発光ダイオードを構成させてある。蛍光物質は、セリウムを付活したイットリウム・アルミニウム・ガーネットを用いた。

【0018】このような、発光ダイオードの外部電極209に電力を供給させることによりLEDチップ203から光を出させると共にLEDチップ203からの光によって蛍光物質を励起させ発光させることができる。LEDチップ203からの青色系光と蛍光物質からの黄色系光が補色関係にあるため、白色系の発光色を得ることができる。このような発光ダイオードは樹脂劣化などに伴う着色が少ないため長期間かつ高輝度に発光させることができる。以下本願発明の構成部材について詳述する。

【0019】(マウント部材101、201)本願発明に用いられるマウント部材101とは、LEDチップ103と、基板104とを接着させると共にLEDチップ103からの光による劣化を抑制するために用いられる。

【0020】したがって、マウント部材101の樹脂311は、含有される無機部材312、基板及びLEDチップ103との密着性が高いことが望まれる。マウント部材に用いられる具体的な樹脂としては、一液、二液型エポキシ樹脂や一液、二液型シリコーン樹脂、ポリイミド樹脂が好適に用いられる。

【0021】また、マウント部材101中の無機部材312としては、樹脂311との密着性がよいと共にLEDチップ103からの光によって劣化しないことが望まれる。このような、無機部材としては、銀、金、アルミニウム、銅、アルミナ、シリカ、酸化チタン、窒化硼素、酸化錫、酸化亜鉛、ITOから選択される少なくとも1種が好適に挙げられる。特に、銀、金、アルミニウム、銅などは、放熱性を向上させると共に導電性を持たせることができる。また、アルミナ、シリカ、酸化チタン、窒化硼素などは耐候性に強く高反射率を維持させることもできる。無機部材の形状も分散性や電気的導通などを考慮して球状、針状やフレーク状など種々の形状をとることができる。

【0022】樹脂311中の無機部材312含有量は、放熱性や電気伝導性など所望に応じて種々調節させることができる。しかしながら、樹脂311中の無機部材312含有量を多くすると樹脂311の劣化が少ないが、密着性が低下するため5重量%から80重量%が好ましく60重量%から80重量%がより好ましい。

【0023】このようなマウント部材101は、LEDチップ103と基板104とを接着させるためにマウント機器を用いることによって簡単に塗布などすることができる。

10

20

30

40

50

【0024】(色変換部材102、202)本願発明に用いられる色変換部材102とは、LEDチップ103からの光の少なくとも一部を変換する蛍光物質322が含有されるものである。色変換部材102の基材としては、LEDチップ103からの光や蛍光物質からの光を効率よく透過させると共に耐光性の良いものが好ましい。さらに、色変換部材として働くと共にモールド材などとして兼用させる場合は、外部環境下における外力や水分等に対して強いものが好ましい。このような基材321の具体的な材料としては、エラストマー状或いはゲル状シリコン樹脂、アモルファスフッ素樹脂、透光性ポリイミド樹脂などの耐候性に優れた透明樹脂や硝子などが好適に用いられる。色変換部材102の量によって発光ダイオードから放出される光の色調などが変化するため操作性などの点からエラストマー状或いはゲル状シリコン樹脂がより好ましい。

【0025】色変換部材は、LEDチップ103に直接接触させて被覆させることもできるし、他の樹脂などを間に介して設けることもできる。また、蛍光物質322と共に着色顔料、着色染料や拡散剤を含有させても良い。着色顔料や着色染料を用いることによって色味を調節させることもできる。拡散剤を含有させることによってより指向角を増すこともできる。具体的な拡散剤としては、無機系であるチタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素等や有機系であるグアナミン樹脂などが好適に用いられる。

【0026】(蛍光物質322)本願発明に用いられる蛍光物質322は、窒化物系化合物半導体から放出された可視光や紫外光を他の発光波長に変換するためのものである。したがって、LEDチップ103に用いられる発光層から発光される発光波長や発光ダイオードから放出される所望の発光波長に応じて種々のものが用いられる。特に、LEDチップ103が発光した光と、LEDチップ103からの光によって励起され発光する蛍光物質322からの光が補色関係にあるとき白色系光を発光させることもできる。

【0027】このような蛍光物質322として、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光物質、ベリレン系誘導体や銅、アルミニウムで付活された硫化亜鉛カドミウムやマンガンで付活された酸化マグネシウム・チタンなど種々のものが挙げられる。これらの蛍光物質は、1種類で用いてもよいし、2種類以上混合して用いてもよい。

【0028】特に、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光物質( $\text{Re}_2\text{Re}'\text{O}_{12}$ ;  $\text{Ce}$ 、但し、 $\text{Re}$ は、 $\text{Y}$ 、 $\text{Gd}$ 、 $\text{Lu}$ 、 $\text{Sc}$ 、 $\text{La}$ から選択される少なくとも一種、 $\text{Re}'$ は、 $\text{Al}$ 、 $\text{In}$ 、 $\text{B}$ 、 $\text{Tl}$ から選択される少なくとも一種である。)は、ガーネット構造であるため、熱、光及び水に強く、励起スペクトルのピークが450nm付近にさせること

ができる。また、発光ピークも530nm付近などがあり、700nmまで裾を引くブロードな発光スペクトルを持たせることができる。しかも、組成の $\text{Al}$ の一部を $\text{Ga}$ で置換することで発光波長が短波長側にシフトし、また組成の $\text{Y}$ の一部を $\text{Gd}$ で置換することで、発光波長が長波長側へシフトさせることができる。このように組成を変化させることで連続的に種々の発光波長とすることができるため本願発明の蛍光物質として特に好ましい。

【0029】なお、所望に応じて発光波長を長波長や短波長側に調節させるため、イットリウムの一部を $\text{Lu}$ 、 $\text{Sc}$ 、 $\text{La}$ に置換させることもできるし、アルミニウムの一部を $\text{In}$ 、 $\text{B}$ 、 $\text{Tl}$ に置換させることもできる。さらに、セリウムに加えて、 $\text{Tb}$ や $\text{Cr}$ を微量含有させ吸収波長を調整させることもできる。

【0030】セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光物質を用いた場合は、LEDチップ103と接する或いは近接して配置された放射照度として( $E_e$ )= $3\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}$ 以上 $10\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}$ 以下の高照射強度においても高効率に十分な耐光性を有する発光ダイオードを構成することができる。

【0031】(LEDチップ103、203)本願発明に用いられるLEDチップ103とは、種々の蛍光物質322を効率良く励起できる比較的バンドエネルギーが高い半導体発光素子が好適に挙げられる。このような半導体発光素子としては、MOCVD法等により形成された窒化物系化合物半導体が用いられる。窒化物系化合物半導体は、 $\text{In}_n\text{Al}_m\text{Ga}_{1-n-m}\text{N}$ (但し、 $0\leq n$ 、 $0\leq m$ 、 $n+m\leq 1$ )を発光層とし形成させてある。半導体の構造としては、MIS接合、PIN接合やpn接合などを有するホモ構造、ヘテロ構造あるいはダブルヘテロ構成のものが挙げられる。半導体層の材料やその混晶度によって発光波長を種々選択することができる。また、半導体活性層を量子効果が生ずる薄膜に形成させた単一量子井戸構造や多重量子井戸構造とすることもできる。

【0032】窒化物系化合物半導体を形成させる半導体基板にはサファイヤ、スピネル、 $\text{SiC}$ 、 $\text{Si}$ 、 $\text{ZnO}$ 、窒化ガリウム系単結晶等の材料を用いることができる。結晶性の良い窒化ガリウム系半導体を形成させるためにはサファイヤ基板を用いることが好ましく、サファイヤ基板との格子不整合を是正するためにバッファ層を形成することが望ましい。バッファ層は、低温で形成させた窒化アルミニウムや窒化ガリウムなどで形成させることができる。

【0033】窒化物系化合物半導体を使用したpn接合を有する発光素子例としては、バッファ層上に、n型窒化ガリウムで形成した第1のコンタクト層、n型窒化アルミニウム・ガリウムで形成させた第1のクラッド層、窒化インジウム・ガリウムで形成した活性層、p型

窒化アルミニウム・ガリウムで形成した第2のクラッド層、p型窒化ガリウムで形成した第2のコンタクト層を順に積層させた構成などとして行うことができる。

【0034】なお、窒化物系化合物半導体は、不純物をドーピングしない状態でn型導電性を示す。発光効率を向上させるなど所望のn型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、n型ドーパントとしてSi、Ge、Se、Te、C等を適宜導入することが好ましい。一方、p型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、p型ドーパントであるZn、Mg、Be、Ca、Sr、Ba等をドーピングさせる。窒化ガリウム系化合物半導体は、p型ドーパントをドーピングしただけではp型化しにくいのでp型ドーパント導入後に、炉による加熱、低速電子線照射やプラズマ照射等によりアニールすることでp型化させることが好ましい。

【0035】絶縁性基板を用いた半導体発光素子の場合は、絶縁性基板の一部を除去する、或いは半導体表面側からp型及びn型用の電極面をとるためにp型半導体及びn型半導体の露出面をエッチングなどによりそれぞれ形成させる。各半導体層上にスパッタリング法や真空蒸着法などを用いて所望の形状の各電極を形成させる。発光面側に設ける電極は、全被覆せずに発光領域を取り囲むようにパターンニングするか、或いは金属薄膜や金属酸化物などの透明電極を用いることができる。このように形成された発光素子をそのまま利用することもできるし、個々に分割したLEDチップとして使用してもよい。

【0036】個々に分割されたLEDチップとして利用する場合は、形成された半導体ウェハー等をダイヤモンド製の刃先を有するブレードが回転するダイシングソーにより直接フルカットするか、又は刃先幅よりも広い幅の溝を切り込んだ後（ハーフカット）、外力によって半導体ウェハーを割る。あるいは、先端のダイヤモンド針が往復直線運動するスクライバーにより半導体ウェハーに極めて細いスクライブラインを例えば碁盤目状に引いた後、外力によってウェハーを割り半導体ウェハーからチップ状にカットする。このようにしてLEDチップを形成させることができる。

【0037】本願発明の発光ダイオードにおいて樹脂劣化、白色系など蛍光物質との補色関係等を考慮する場合は、400nm以上530nm以下が好ましく、420nm以上490nm以下がより好ましい。LEDチップと蛍光物質との効率をそれぞれより向上させるためには、430nm以上475nm以下がさらに好ましい。

【0038】（基板104）本願発明に用いられる基板104とは、LEDチップ103を配置させると共に光を有効利用するため高反射率を有するものが好ましい。したがって、マウント部材によって接着させるために十分な大きさがあればよく、所望に応じて種々の形状や材料を用いることができる。具体的には、発光ダイオード

に用いられるリードフレームやチップタイプLEDのパッケージなどが好適に用いられる。

【0039】基板104上には、LEDチップ103を1つ配置してもよいし、2以上配置することもできる。また、発光波長を調節させるなどために複数の発光波長を有するLEDチップを配置させることもできる。SiC上に形成された窒化物系化合物半導体を利用したLEDチップなどを配置させる場合、接着性と共に十分な電気伝導性をもとめられる。また、LEDチップ103の電極を導電性ワイヤーを利用して基板104となるリードフレームなどと接続させる場合は、導電性ワイヤーなどとの接続性が良いことが好ましい。

【0040】このような基板として具体的には、リードフレームやパッケージなどとして、鉄、銅、鉄入り銅、錫入り銅、銅金銀などをメッキしたアルミニウムや鉄、さらにはセラミックや種々の樹脂などを用いて種々の形状に形成させることができる。また、基板の一部を利用して反射部材を構成させてもよい。

【0041】（導電性ワイヤー107）電気的接続部材である導電性ワイヤー107としては、LEDチップ103の電極とのオーミック性、機械的接続性、電気伝導性及び熱伝導性がよいものが求められる。熱伝導度としては $0.01 \text{ cal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上が好ましく、より好ましくは $0.5 \text{ cal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上である。また、作業性などを考慮して導電性ワイヤー107の直径は、好ましくは、 $\phi 10 \mu\text{m}$ 以上、 $\phi 45 \mu\text{m}$ 以下である。このような導電性ワイヤー107として具体的には、金、銅、白金、アルミニウム等の金属及びそれらの合金を用いた導電性ワイヤー103が挙げられる。このような導電性ワイヤー107は、各LEDチップ103の電極と、インナー・リード及びマウント・リードなどと、ワイヤーボンディング機器によって容易に接続させることができる。

【0042】（表示装置）本願発明の発光ダイオードをLED表示器に利用した場合、白色系発光ダイオードのみを用いLED表示装置とすることもできる。即ち、図4や図5の如き白色系が発光可能な本願発明の発光ダイオードのみをマトリックス状などに配置し、白黒用のLED表示器501を構成できる。この表示装置において、白色発光可能な発光ダイオード用駆動回路のみとしてLED表示器を構成させることができる。LED表示器は、駆動回路である点灯回路などと電気的に接続させる。駆動回路からの出力パルスによって種々の画像が表示可能なディスプレイ等とすることができる。駆動回路としては、入力される表示データを一時的に記憶させるRAM(Random Access Memory)504と、RAM504に記憶されるデータから個々の発光ダイオードを所定の明るさに点灯させるための階調信号を演算する階調制御回路503と、階調制御回路503の出力信号でスイッチングされて、発光ダイオード

を点灯させるドライバー502とを備える。階調制御回路503は、RAMに記憶されるデータから発光ダイオードの点灯時間を演算してパルス信号を出力する。

【0043】したがって、白黒用のLED表示装置はRGBのフルカラー表示器と異なり当然回路構成を簡略化できると共に高精細化できる。そのため、安価にRGBの発光ダイオードの特性に伴う色むらなどのないディスプレイとすることができるものである。また、従来の赤色、緑色のみを用いたLED表示器に比べ人間の目に対する刺激が少なく長時間の使用に適している。以下、本願発明の実施例について説明するが本願発明は、具体的実施例のみに限定されるものでないことは言うまでもない。

【0044】

【実施例】

(実施例1) LEDチップは、発光層として発光ピークが450nmのIn<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>N半導体を用いた。LEDチップは、洗浄させたサファイヤ基板上にTMG(トリメチルガリウム)ガス、TMI(トリメチルインジウム)ガス、窒素ガス及びドーパントガスをキャリアガスと共に流し、MOCVD法で窒化物系化合物半導体を成膜させることにより形成させた。ドーパントガスとしてSiH<sub>4</sub>とCp<sub>2</sub>Mgと、を切り替えることによってn型やp型導電性の半導体を形成させる。発光素子としてはn型導電性を有する窒化ガリウム半導体であるコンタクト層と、p型導電性を有する窒化ガリウム半導体であるクラッド層、コンタクト層を形成させた。n型コンタクト層とp型クラッド層との間に厚さ約3nmであり、単一量子構造となるノンドープInGa<sub>0.5</sub>Nの活性層を形成した。(なお、サファイヤ基板上には低温で窒化ガリウム半導体を形成させバッファ層とさせてある。また、p型半導体は、成膜後400℃以上でアニールさせてある。)

エッチングによりサファイヤ基板上的pn各半導体コンタクト層の表面を露出させた後、スパッタリングにより各電極をそれぞれ形成させた。こうして出来上がった半導体ウエハーをスクライブラインを引いた後、外力により分割させLEDチップを形成させた。

【0045】マウント部材としてAg含有のエポキシ樹脂を用いてLEDチップをマウント機器で銀メッキした銅製リードフレームの先端カップ内にマウントした。LEDチップの各電極と、カップが設けられたマウント・リードやインナー・リードとそれぞれ金線でワイヤーボンディングし電気的導通を取った。

【0046】一方、蛍光物質は、Y、Gd、Ceの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を稀酸で共沈させた。これを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウムと混合して混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウムを混合して坩堝に詰め、空气中1400℃の温度で3時間焼成して焼成品を得

た。焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通して形成させた。

【0047】形成された(Y<sub>0.5</sub>Gd<sub>0.5</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Ce蛍光物質75重量部、エラストマー状シリコン樹脂100重量部をよく混合してスラリーとさせた。このスラリーをLEDチップが配置されたマウント・リード上のカップ内に0.2μl注入させた。注入後、蛍光物質が含有された樹脂を150℃1時間で硬化させた。こうしてLEDチップ上に厚さ120μmの蛍光物質が含有された色変換部材が形成された。その後、さらにLEDチップや蛍光物質を外部応力、水分及び塵芥などから保護する目的でモールド部材として透光性エポキシ樹脂を形成させた。モールド部材は、砲弾型の型枠の中に色変換部材が形成されたリードフレームを挿入し透光性エポキシ樹脂を混入後、150℃5時間にて硬化させた。

【0048】こうして得られた白色系が発光可能な発光ダイオードの色度点、色温度、演色性指数を測定した。それぞれ、色度点(x=0.402, y=0.530)、色温度8080K、Ra(演色性指数)=87.7を示した。また、発光光率は9.9lm/wであった。寿命試験として、温度25℃20mA通電、温度25℃60mA通電の各試験においても長時間にわたって、発光出力が維持できることを確認した。

【0049】(比較例1)マウント部材及び色変換部材の基材をそれぞれエポキシ樹脂のみとした以外は実施例1と同様にして発光ダイオードを形成させた。こうして形成された発光ダイオードを実施例1と同様にして寿命試験を行い実施例1と共に図6に示す。

【0050】(実施例2)本願発明の発光ダイオードを図4の如くLED表示器501の1つであるディスプレイに利用した。実施例1と同様にして形成させた発光装置である発光ダイオード401を銅パターンを形成させたポリカーボネート基板上に、16×16のマトリックス状に配置させた。基板と発光ダイオード401とは自動ハンダ実装装置を用いてハンダ付けを行った。次にフェノール樹脂によって形成された筐体404内部に配置し固定させた。遮光部材405は、筐体404と一体成形させてある。発光ダイオード401の先端部を除いて筐体404、発光ダイオード401、基板及び遮光部材405の一部をピグメントにより黒色に着色したシリコンゴム406によって充填させた。

【0051】その後、常温、72時間でシリコンゴムを硬化させLED表示器501を形成させた。このLED表示器と、入力される表示データを一時的に記憶させるRAM504(Random Access Memory)及びRAM504に記憶されるデータから発光ダイオードを所定の明るさに点灯させるための階調信号を演算する階調制御回路503と階調制御回路503の出力信号でスイッチングされて発光ダイオードを点灯させるドライバー502とを備えたCPUの駆動手段と、



を電氣的に接続させてLED表示装置を構成した。LED表示器を駆動させ白黒LED表示装置として駆動できることを確認した。

【0052】

【発明の効果】本願発明はLEDチップと基板を接着させるためのマウント部材に、LEDチップが発光した光によって劣化しにくい無機部材を含有させる。これによって、マウント部材の樹脂が劣化する部位をさらに薄くかつ少なくさせることができる。そのため、劣化による着色部位をより少なくし発光光率の低下を防ぐと共に接着性を得ることができるものである。

【0053】また、より耐光性の高い基材によって色変換部材を構成させることによって、LEDチップからの光、蛍光物質によって反射された光などによる着色を抑制し発光光率の低下を防ぐことができる。

【0054】特に、本願発明の請求項1の構成とすることにより高出力かつ高エネルギーで発光可能な窒化物系化合物半導体を利用したLEDチップと蛍光物質とを利用した発光ダイオードとした場合においても、長時間高輝度時の使用下においても発光効率の低下が極めて少ない発光ダイオードとすることができる。

【0055】本願発明の請求項2の構成とすることにより、種々のLEDチップの形態を用いることができる。また、より簡便に高輝度、長時間の使用においても発光光率の低下が極めて少ない白色系などが発光可能な種々の発光ダイオードとすることができる。さらに、熱伝導性の良い部材を用いることでLEDチップの特性を安定化させ色むらを低減させることもできる。

【0056】本願発明の請求項3の構成とすることにより、接着性を持たせつつより簡便に高輝度、長時間の使用においても発光光率の低下が極めて少ない種々の発光ダイオードとすることができる。

【0057】本願発明の請求項4の構成とすることにより、種々の形状の発光ダイオードとすることができる。蛍光物質の含有量や形状などにより種々の色調を調整させることもできる。

【0058】本願発明の請求項5の構成とすることにより、より耐光性が強く簡便に高輝度、長時間の使用においても発光光率の低下が極めて少ない種々の発光ダイオードとすることができる。

【0059】本願発明の請求項6の構成とすることにより、比較的安価で高精細なLED表示装置や視認角度によって色むらの少ないLED表示装置とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本願発明の発光ダイオードの模式的断面図である。

【図2】図2は、本願発明の他の発光ダイオードの模式的断面図である。

10 【図3】図3は、発光ダイオードにおける光の閉じこめを説明するための模式的拡大図である。

【図4】図4は、本願発明の発光ダイオードを用いたLED表示装置の模式図である。

【図5】図5は、図4に用いられるLED表示器のブロック図である。

【図6】図6(A)は、本願発明の実施例1と比較のために示した比較例1の発光ダイオードとの温度25℃20mA通電における寿命試験を示し、図6(B)は、本願発明の実施例1と比較のために示した比較例1の発光ダイオードとの温度25℃60mA通電における寿命試験を示したグラフである。

【符号の説明】

101、201・・・マウント部材

102、202・・・色変換部材

103、203、303・・・LEDチップ

104・・・基板であるマウント・リード

105・・・インナー・リード

106、206・・・モールド部材

107、207・・・導電性ワイヤー

30 204・・・パッケージ

311・・・マウント部材を構成する樹脂

312・・・マウント部材を構成する無機部材

321・・・色変換部材の基材

322・・・蛍光物質

330・・・樹脂劣化した着色部

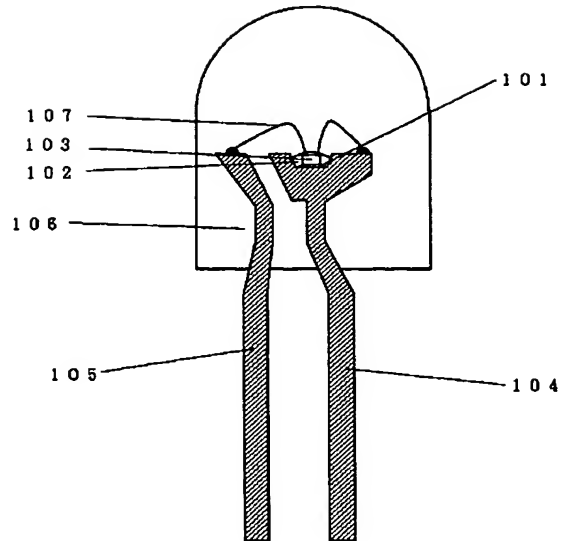
401・・・発光ダイオード

404・・・筐体

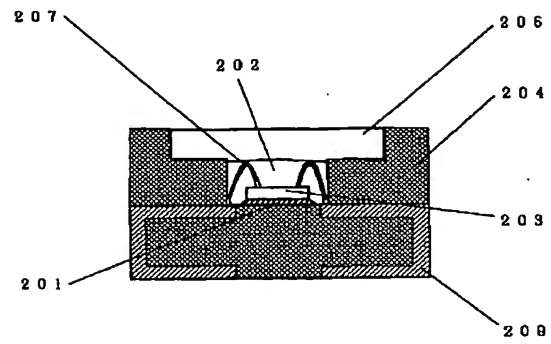
405・・・遮光部材

406・・・充填剤

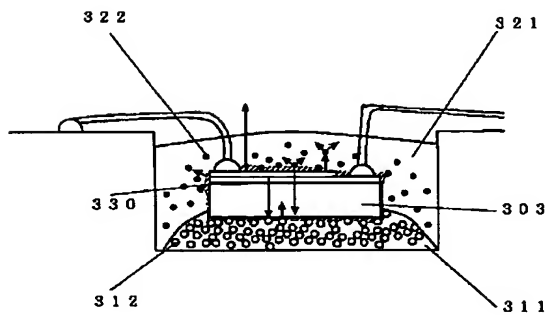
【図1】



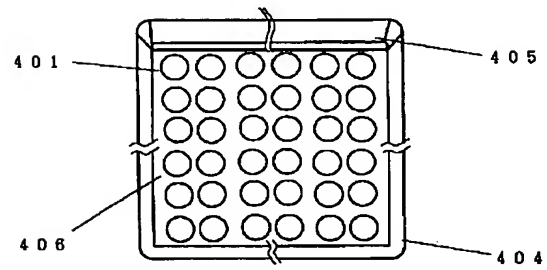
【図2】



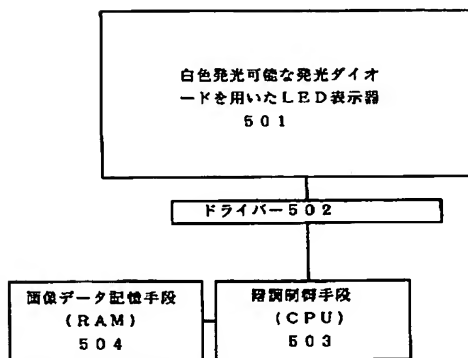
【図3】



【図4】

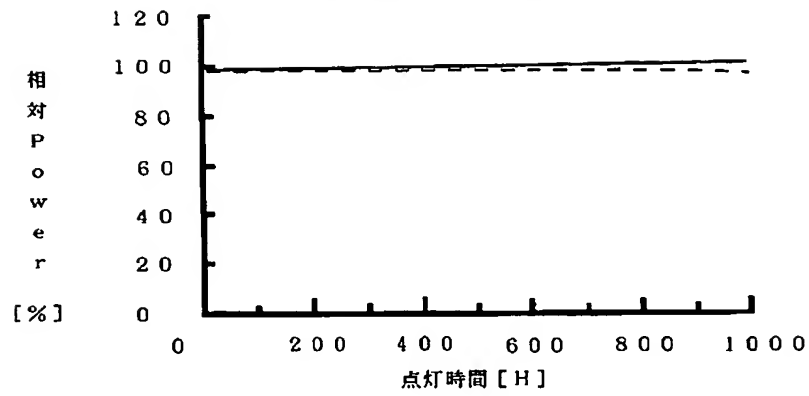


【図5】



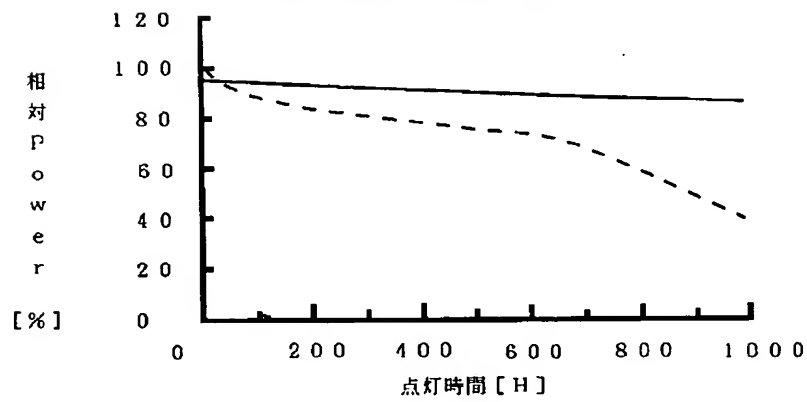
【図6】

## 寿命試験

 $I_f = 20 \text{ mA}$   $T_a = 25^\circ\text{C}$ 

(A)

## 寿命試験

 $I_f = 60 \text{ mA}$   $T_a = 25^\circ\text{C}$ 

(B)